Balázs L. György[1] – Kausay Tibor[2]

AZ MSZ EN 206-1 és MSZ 4798-1 BETONSZABVÁNY ÉS ALKALMAZÁSA[3]

1. Bevezetés

Az új európai betonszabvány (EN 206-1:2000) húsz év alatt készült el. Tervezetét a CEN (Európai Szabványügyi Bizottság) 1981-ben kezdte kidolgozni, és 1985-ben tette közzé prEN 206 hivatkozási szám alatt. Ezzel párhuzamosan, 1979-1981 között készítették el a transzportbeton készítéséről és megfelelőségéről szóló prEN 199 európai szabványtervezetet. E szabványtervezeteket szövegező CEN/TC 104 és CEN/TC 94 műszaki bizottságok 1986-ban elhatározták, hogy a prEN 206 és a prEN 199 szabványtervezetek összevonásával, a beton tulajdonságait, készítését, bedolgozását, megfelelőség igazolását tárgyaló közös előszabványt készítenek, *azzal a céllal*, hogy rögzítsék a beton követelményrendszerét, amely az Eurocode 2 (betonszerkezetek tervezése) és az Eurocode 4 (együttdolgozó beton- és acélszerkezetek tervezése) előírásaival összhangban van, és azokat kiegészíti. A munkával 1988. júniusára készültek el, és a CEN-tagállamok a kidolgozott közös előszabványt ENV 206:1990 jelzet alatt vezették be. Ezt az előszabványt váltotta fel tíz év múltán, az időközben szerzett tapasztalatok figyelembevételével szövegezett új európai betonszabvány (EN 206-1:2000).

Az EN 206-1:2000 új európai betonszabvány hazánkban 2002-ben lépett érvényre (MSZ EN 206-1:2002), majd 2004-ben nemzeti alkalmazási dokumentummal (NAD) bővült (MSZ 4798-1:2004). Az EN 206-1:2000 és MSZ EN 206-1:2002 európai szabványt eltérő éghajlati és földrajzi körülmények, különböző hagyományok és tapasztalatok mellett alkalmazzák Európában. Ezért az új európai betonszabvány (MSZ EN 206-1:2002) általános előírásait a nemzetek saját nemzeti alkalmazási dokumentumukkal egészítették ki, mint az hazánkban is történt (MSZ 4798-1:2004). Az MSZ 4798-1:2004 nemzeti szabvány az MSZ EN 206-1:2002 európai szabvány szövegét álló betűkkel, és a nemzeti szabályozás szövegét dőlt betűkkel szerepelteti.

Az MSZ EN 206-1:2002 és MSZ 4798-1:2004 szabvány alkalmazása — mint minden szabványé a nemzeti szabványosításról szóló 1995. évi XXVIII. törvény értelmében — önkéntes. Az EN 206-1:2000 forrás szabvány *nem harmonizált* — és így az MSZ EN 206-1:2002 és MSZ 4798-1:2004 szabvány sem harmonizált — termék szabvány, tehát követelményeik teljesítéséből nem következik önmagától az európai Építési Termékdirektívában (89/106/EGK irányelv, és 93/68/EGK módosítás és kiegészítés) — mint kötelező európai jogszabályban — az építményekre előírt alapvető

---

[1] okl. építőmérnök, okl. mérnöki matematikai szakmérnök, Ph.D., Dr. habil, egyetemi tanár, tanszékvezető (BME)

[2] okl. építőmérnök, okl. vasbetonépítési szakmérnök, műsz. tud. kand., Ph.D., tiszteleti egyetemi tanár (BME)

[3] A cikk rövidített változata a „Betonszerkezeti EU szabványok hazai bevezetése, alkalmazása. Beton évkönyv 2005" c. kiadvány 45-62. oldalán (kiadó: MB – MABESZ – MÉASZ. Budapest, 2005.) és a Vasbetonépítés c. folyóirat 2005/3. számának 106-114. oldalán (kiadó a *fib* Magyar Tagozata) jelent meg.

követelmények teljesülése. Ezért az MSZ EN 206-1:2002 és MSZ 4798-1:2004 szabvány szerinti betont (betonkeveréket) a „CE" európai megfelelőségi jelöléssel nem lehet ellátni.

Az új európai betonszabvány (MSZ EN 206-1:2002) érvényre emelését követően a régi nemzeti betonszabványokat (MSZ 4719:1982, MSZ 4720-1:1979, MSZ 4720-2:1980 és MSZ 4720-3:1980) fokozatosan visszavonták. Ebben a helyzetben indokolt a betonnal kapcsolatos szabályozás legfőbb változásait áttekinteni.

2. Alkalmazási terület

Az új európai (MSZ EN 206-1:2002) és nemzeti (MSZ 4798-1:2004) betonszabványt mindazon esetekben használni kell, amikor a beton, vasbeton és feszített vasbeton szerkezetet az Eurocode 2 (MSZ EN 1992-1-1:2005; MSZ EN 1992-1-2:2005; MSZ ENV 1992-2:2000; MSZ ENV 1992-4:1999), illetve az Eurocode 4 (MSZ EN 1994-1-1:2005; MSZ ENV 1994-1-2:2000; MSZ ENV 1994-2:1999) európai szabványsorozat alapján méretezik. Az MSZ 15022-1:1986, MSZ 15022-2:1986, MSZ 15022-3:1986 és MSZ 15022-4:1986 szabvány alapján tervezett elemek vagy szerkezetek betonját továbbra is a régi, visszavont, de irodalomként használható MSZ 4719:1982, MSZ 4720-1:1979, MSZ 4720-2:1980 és MSZ 4720-3:1980 betonszabvány szerint kell ellenőrizni. Az idő kétségtelenül a régi magyar nemzeti betonszabvány rohamos háttérbe szorulását és az új európai betonszabvány egyre erőteljesebb térhódítását hozza, ami a kapcsolódó régi nemzeti termék és vizsgálati szabványok, vizsgálati módszerek és értékelések zömének az európai szabványokkal, mérési és értékelési módszerekkel való cseréjével is együtt jár.

Az MSZ 4798-1:2004 szabvány a közönséges (normál) beton, az adalékanyagos könnyűbeton és a nehézbeton teljesítőképességének, készítésének és megfelelőségének magyarországi műszaki feltételeit tárgyalja. A fogalom meghatározás szerint kiszárított állapotban és 28 napos korban a *közönséges beton* testsűrűsége > 2000 kg/m^3 és ≤ 2600 kg/m^3, az adalékanyagos *könnyűbeton* testsűrűsége ≥ 800 kg/m^3 és ≤ 2000 kg/m^3, a *nehézbeton* testsűrűsége > 2600 kg/m^3. A visszavont MSZ 4719:1982 szabvány a 2001 – 2500 kg/m^3 testsűrűségű közönséges betonra, és a 600 – 2000 kg/m^3 testsűrűségű teherhordó könnyűbetonra vonatkozott.

A szabvány a könnyűbetonra és a nehézbetonra, vagy más különleges összetételű betonra (pl. bontási hulladék adalékanyagú betonra) részleteiben nincs kidolgozva. Kiegészítésre szorul az út- és pályabetonok, az adalékszeres betonok, a különleges technológiájú betonok (pl. lövelltbeton, öntömörödő beton, tömegbeton stb.), a hulladéktároló betonok stb. vonatkozásában is. Érvénye a cementhabarcsokra, a C8/10 illetve LC8/9 nyomószilárdsági osztálynál gyengébb betonokra illetve könnyűbetonokra, a sejtbetonokra (gázbeton, azaz pórusbeton, habbeton), a könnyű adalékanyagos, nagy hézagtérfogatú betonra, a 800 kg/m^3-nél kisebb testsűrűségű, tehát hőszigetelő könnyűbetonokra, a hő- és tűzálló betonokra, szálerősítésű betonokra, öntömörödő betonokra stb. nem terjed ki. Mindezt nemzeti szabványok vagy műszaki irányelvek kidolgozásával és kiadásával lehet, illetve kell pótolni.

Az MSZ 4798-1:2004 szerint a beton gyártója be kell szerezze a beton alapanyagaira (cementek, adalékanyagok, kiegészítőanyagok, adalékszerek) vonatkozó Biztonsági Adatlapokat, és a beton készítése és szállítása során azok alapján kell eljárjon. A gyártó a betonkeverékekre vonatkozó Biztonsági Adatlapot az első szállítmánnyal együtt át kell adja a felhasználónak.

3. Környezeti osztály

Az MSZ 4798-1:2004 szabvány az 1., a NAD 4.1., az F1., a NAD F1. táblázatban a beton legalább 50 évre tervezett tartóssága érdekében környezeti osztályok alkalmazását írja elő. A használati élettartam alatt a beton akkor lesz tartós, ha a környezeti hatásokat károsodás nélkül viseli.

A környezeti osztályok feltételei a megkövetelt legkisebb nyomószilárdsági osztály, a megkövetelt legkisebb cementtartalom, a megengedett legnagyobb víz-cement tényező, és a testsűrűségen keresztül kifejezésre kerülő megengedett legnagyobb levegőtartalom.

Az *erőtani számítás* eredménye alapján végzett betontervezéssel kapott, és a *környezeti osztály* feltételeként meghatározott víz-cement tényező, cementtartalom, beton nyomószilárdsági osztály, beton levegőtartalom illetve az adott eseti összetételre számított beton testsűrűség adatok közül a *mértékadó* víz-cement tényező, cementtartalom, beton nyomószilárdsági osztály, beton levegőtartalom és beton testsűrűség alkalmazandó követelményként a betongyártás során.

Az MSZ 4798-1:2004 szerinti környezeti osztályok kiterjesztése a következő:

- *Csak beton* elem és vasbetétet nem tartalmazó szerkezet betonjára vonatkozó környezeti osztályok: XN(H), X0b(H);
- *Csak vasbeton* elem és szerkezet betonjára (vasbetétet tartalmazó betonra) vonatkozó környezeti osztály: X0v(H);
- *Csak vasbeton és feszített vasbeton* elem és szerkezet betonjára (vasbetétet vagy feszítőhuzalt és/vagy pászmát tartalmazó betonra) vonatkozó környezeti osztályok: XC…, XD…., XF2(BV-MI), XF3(BV-MI)[4];
- *Beton, vasbeton és feszített vasbeton* elem és szerkezet betonjára *egyaránt* vonatkozó környezeti osztályok: XF…, XA…, XK(H)…, XV(H)….

Ha valamely beton többféle környezeti hatásnak van kitéve, akkor „azokat a környezeti körülményeket, amelyeknek (a beton) ki van téve, szükséges lehet…a környezeti osztályok kombinációjaként kifejezni.” (MSZ EN 206-1:2002 szabvány 4.1. szakasz). Például valamely esőnek és fagynak kitett, olvasztó sózás nélküli, agresszív talajvízzel érintkező vasbeton támfal légbuborékképző adalékékszer nélkül, szulfátálló cementtel készülő betonjának környezeti osztály csoportja: XC4 + XF1 + XA2 + XV1(H), és nyomószilárdsági osztálya legalább C30/37, cementtartalma legalább 320 kg/m^3, víz-cement tényezője legfeljebb 0,5, a bedolgozott friss beton levegőtartalma legfeljebb 1,0

[4] A (BV-MI) jelölés a BV-MI 01:2005 (H) Beton- és Vasbetonépítési Műszaki Irányelvre (*fib* MT) utal.

térfogat%. A környezeti osztályok csoportjairól külön „noteszlap” („Betonok környezeti osztályai”) ad áttekintést.

A fagy és olvasztósó hatásának kitett beton, vasbeton és feszített vasbeton elemek és szerkezetek XF2, XF3, XF4 környezeti osztályú betonjára az MSZ 4798-1:2004 szabvány F1. táblázata kimondja, hogy Magyarországon az ilyen környezeti osztályú betonokat légbuborékképzőszer nélkül készíteni nem szabad. Az MSZ EN 206-1:2002 szabvány ebben a kérdésben nem ilyen szigorú, ugyanis az F1. táblázatban azt írja, hogy: „Ha a betonban nincs mesterséges légbuborék, akkor a beton teljesítményét megfelelő módszerrel meg kell vizsgálni olyan betonnal összehasonlítva[5], amelyre az adott környezeti osztály esetén a fagyás/olvadás állóságot bebizonyították.”[6] Magyarországon is tapasztalat, hogy fagy- és olvasztósó-álló betont légbuborékképzőszer alkalmazása nélkül is lehet készíteni, sőt vasbeton és feszített vasbeton tartószerkezetek készítése során a légbuborékképzőszer használata akár kedvezőtlen is lehet (nőhet a beton vízfelvétele, csökkenhet a beton nyomószilárdsága, testsűrűsége és tömörsége, romolhat az acélbetét tapadása).

Véleményünk szerint mindazon esetekben, amikor valamely — nem útpálya — betonra vagy termékre vonatkozó szabvány, előírás, műszaki irányelv vagy utasítás (egy szóval műszaki dokumentum) a fagy- és olvasztósó-álló beton készítéséhez a légbuborékképzőszer alkalmazását kötelezően nem írja elő (például a közúti hidak építésére vonatkozó ÚT 2-3.402:2000 vagy a közúti hidak tervezésére vonatkozó ÚT 2-3.414:2004 útügyi műszaki előírás), akkor szabad fagy- és olvasztósó-álló betont légbuborékképzőszer alkalmazása nélkül is készíteni. Ez a vélemény a német álláspontal is egyezik, hiszen a DIN 1045-2:2001 szabvány (az EN 206-1:2000 szabvány német nemzeti alkalmazási dokumentuma) a fagy- és olvasztósó-álló beton egyik változataként a légbuborékképzőszer nélkül készülő betonra külön XF2 és XF3 környezeti osztályt is megad. Ezeket a környezeti osztályokat XF2(BV-MI) és XF3(BV-MI) jelekkel szerkezeti (nem útpályaszerkezeti) betonok esetén Magyarországon is alkalmazhatjuk. Fontos, hogy az ilyen beton kellő tömörségű, például a friss beton levegőtartalma legfeljebb 1,5 térfogat% legyen, és fagyállóságát illetőleg fagy- és olvasztósó-állóságát az MSZ 4798-1 szabvány 5.5.6. szakasza, vagy esetleg más, megállapodás szerinti szabvány (például ÖNORM 3303:2002) szerinti vizsgálatokkal igazoljuk. A fagy és olvasztósó hatásának kitett betonok e felfogás szerint bővített környezeti osztályait a *1.* és *2. táblázatban* tekintjük át.

A fagyállóság ill. fagy- és olvasztósó-állóság vizsgálata és értékelése az MSZ 4798-1:2004 szabvány felfogása szerint a következőképpen történik:

- Az XF1 és az XF3 környezeti osztályban, ahol csak fagyhatás éri a betont, — ha a fagyállóságot nem közvetett módon a betonösszetétel határértékeivel írták elő, akkor — a fagyállóságot együtt a „referencia” betonnal az MSZ

[5] Tudniillik a „vizsgált” betonon és az azzal együtt fagyasztott, jellegzetesen fagyállónak ismert „referencia” betonon mért tulajdonságokat összehasonlítva.

[6] Az ÖNORM B 3303:2002 mind a négy XF környezeti osztályra részben különböző összetételű referencia (nullbeton), azaz összehasonlító beton alkalmazását írja elő, és a fagyasztási vizsgálatot ezekkel együtt végezteti el.

4798-1:2004 szabvány 5.5.6. szakaszának *A* esete szerint kell megvizsgálni és értékelni;

- Az XF2 és az XF4 környezeti osztályban, ahol fagy- és olvasztósó-hatás éri a betont, — ha a fagy- és olvasztósó-állóságot nem közvetett módon a betonösszetétel határértékeivel írták elő, akkor — a fagy- és olvasztósó-állóságot az MSZ 4798-1:2004 szabvány 5.5.6. szakaszának *B* esete szerint kell megvizsgálni és értékelni. Ha megegyeztek a fagy- és olvasztósó-állóság vizsgálat elhagyásában, és a fagy- és olvasztósó-állóságot közvetett módon a betonösszetétel határértékeivel írták elő, akkor a szilárd beton légbuborék-eloszlását és távolsági tényezőjét kell meghatározni az MSZ EN 480-11:2000 szerint;
- Az XF2(BV-MI) környezeti osztályban a fagy- és olvasztósó-állóságot az MSZ 4798-1:2004 szabvány 5.5.6. szakaszának *B* esete szerint kell megvizsgálni és értékelni. A fagy- és olvasztósó-állóságot közvetett módon a betonösszetétel határértékeivel nem szabad előírni, hanem a fenti vizsgálatot el kell végezni;
- Az XF3(BV-MI) környezeti osztályban a fagyállóságot együtt a „referencia” betonnal, az MSZ 4798-1:2004 szabvány 5.5.6. szakaszának *A* esete szerint kell megvizsgálni és értékelni. A fagyállóságot közvetett módon a betonösszetétel határértékeivel nem szabad előírni, hanem a fenti vizsgálatot el kell végezni.

1. táblázat: Fagyálló, illetve fagy- és olvasztósó-álló betonok környezeti osztályainak áttekintése

Környezeti osztály	Olvasztósó hatás éri a betont	A beton felülete	Légbuborékképző-szerrel készülő beton
XF1	Nem	Függőleges	Nem
XF2	Igen	Függőleges	Igen
XF3	Nem	Vízszintes	Igen
XF4	Igen	Vízszintes	Igen
XF2(BV-MI)	Igen	Függőleges	Nem
XF3(BV-MI)	Nem	Vízszintes	Nem

2. táblázat: Környezeti osztályok és a betontulajdonságokra előírt határértékek fagyálló, illetve fagy- és olvasztósó-álló betonok esetén

	Környezeti osztályok fagyás-olvadás okozta károsodás esetén					
	az MSZ EN 206-1:2002 és az MSZ 4798-1:2004 szabvány F1. táblázata szerint				a DIN 1045-2:2001 szabvány F.2.2. táblázata alapján	
Környezeti osztály jele	XF1	XF2	XF3	XF4	XF2(BV-MI) [d)]	XF3(BV-MI) [e)]
		Légbuborékképzőszerrel			Légbuborékképzőszer nélkül	
Legnagyobb v/c			0,50	0,45	0,50	0,50
Legkisebb szilárdsági osztály [c)]	C30/37	C25/30	C30/37	C30/37	C35/45	C35/45
Legkisebb cementtar-talom, kg/m^3	0,55	0,55	320	340	320	320
Legkisebb (képzett) levegő-tartalom, térfogat-százalék	-	4,0 [a)]	4,0 [a)]	4,0 [a)]	-	-
Friss beton levegő-tartalma térfogat%	max. 2,0	Összesen: 4,0–6,0	Összesen: 4,0–6,0	Összesen: 4,0–6,0	max. 1,5	max. 1,5
Egyéb követel-mények	Az MSZ EN 12620:2003 szerinti kielégítő fagyás/olvadás állóságú adalékanyag					

„[a)] Ha a betonban nincs mesterséges légbuborék, akkor a beton teljesítményét (értsd alatta: teljesítőképességét, azaz fagy- és olvasztósó-állóságát) megfelelő módszerrel meg kell vizsgálni olyan betonnal összehasonlítva, amelyre az adott környezeti osztály esetén a fagyás/olvadás állóságot bebizonyították. Magyarországon XF2, XF3 és XF4 környezeti osztályú betont légbuborékképzőszer nélkül készíteni nem szabad…” (MSZ 4798-1:2004 F1. táblázat)

„[c)] A legkisebb szilárdsági osztály tájékoztató adat.” (MSZ 4798-1:2004 F1. táblázat)

[d)] Az XF2(BV-MI) környezeti osztályban a fagyállóságot az MSZ 4798-1:2004 szabvány 5.5.6. szakaszának *B* esete szerint meg kell vizsgálni.

[e)] Az XF3(BV-MI) környezeti osztályban a fagyállóságot együtt a „referencia” betonnal, az MSZ 4798-1:2004 szabvány 5.5.6. szakaszának *A* esete szerint meg kell vizsgálni.

4. Nyomószilárdsági osztály

A közönséges beton nyomószilárdsági osztályának betűjele *C*, a könnyűbetoné *LC*, a nehézbetoné Magyarországon *HC*. A betűjelet törtvonallal elválasztott két számjegy követi, melyek közül az első a szabványos *hengerszilárdság előírt jellemző (karakterisztikus) értéke* ($f_{ck,cyl}$), a második a szabványos *kockaszilárdság előírt jellemző (karakterisztikus) értéke* ($f_{ck,cube}$) N/mm^2 mértékegységben (például: C20/25). Az MSZ EN 206-1:2002 és MSZ 4798-1:2004 szerinti „jellemző érték" illetve „jellemző szilárdság" az Eurocode 2 és Eurocode 4 szerinti „karakterisztikus érték" illetve „karakterisztikus szilárdság" megfelelője. A szilárdság előírt és tapasztalati jellemző (karakterisztikus) értékének jelöléséről az MSZ 4798-1:2004 szabvány NAD 3.1. táblázata ad áttekintést.

A nyomószilárdsági osztályokat az MSZ 4798-1:2004 szabvány 7. és 8. táblázata tartalmazza. A közönséges betonok és a nehéz betonok nyomószilárdsági osztálya C8/10 – C100/115 közötti, a könnyűbetonoké LC8 – LC80/88, szemben a korábbi, MSZ 4719:1982 szerinti C 4 – C 55, illetve LC 4 – LC 55 nyomószilárdsági osztályokkal.

Nagyszilárdságú a közönséges beton, ha a nyomószilárdsági osztályának jele legalább C55/67, és nagyszilárdságú a könnyűbeton, ha nyomószilárdsági osztályának jele legalább LC55/60.

A szabványos nyomószilárdságot a beton 28 napos korában, kizsaluzástól végig víz alatt tárolt és vizes állapotban vizsgált 150 mm átmérőjű és 300 mm magas próbahengeren vagy 150 mm méretű próbakockán kell meghatározni. Magyarországon a *próbakockákat* szabad vegyesen, azaz kizsaluzásuktól 7 napos korig víz alatt, utána nyomószilárdság vizsgálatukig laborlevegőn tárolni, ebben az esetben azonban a kockaszilárdság előírt jellemző értéke nagyobb — lásd az MSZ 4798-1:2004 szabvány NAD 5.3. táblázatát —, mint az eredetileg szabványos, végig víz alatti tárolás esetén (*3. táblázat*). Közönséges betonok (és nehézbetonok) esetén a vegyesen tárolt próbakockák előírt jellemző értékének ($f_{ck,cube,H}$) kiszámítása a végig víz alatt tárolt próbakockák előírt jellemző értékéből ($f_{ck,cube}$) a C50/60 nyomószilárdsági osztályig bezárólag 0,92 értékű osztóval ($f_{ck,cube,H} = f_{ck,cube}/0,92$), a C55/67 nyomószilárdsági osztályban és attól felfele (nagyszilárdságú betonok) 0,95 értékű osztóval ($f_{ck,cube,H} = f_{ck,cube}/0,95$) történik.

A könnyűbetonokat a nyomószilárdsági osztályon kívül testsűrűségi osztállyal is jellemezni kell, ahogy az az MSZ 4798-1:2004 szabvány 9. táblázatában szerepel: a szilárd könnyűbeton kiszárított állapotban értelmezett testsűrűségi osztályai 800 és 2000 kg/m^3 között 200 kg/m^3 terjedelműek. Magyarországon a szilárd könnyűbeton testsűrűségi osztályának jele: ρ_{LC}.

3. táblázat: Nyomószilárdsági osztályok közönséges betonokra és nehézbetonokra, ha a 150 mm élhosszúságú próbakockákat vegyesen tárolták

Nyomó-szilárdsági osztály	A kockaszilárdság előírt jellemző (karakterisztikus) értéke, ha a próbakockákat végig víz alatt tárolták, az MSZ 4798-1 szabvány 7. táblázata szerint $f_{ck,cube}$ N/mm^2	A kockaszilárdság előírt jellemző (karakterisztikus) értéke, ha a próbakockákat vegyesen, azaz 7 napos korig víz alatt, utána laborlevegőn, szárazon tárolták $f_{ck,cube,H}$ N/mm^2
C8/10	10	11
C12/15	15	16
C16/20	20	22
C20/25	25	27
C25/30	30	33
C30/37	37	40
C35/45	45	49
C40/50	50	54
C45/55	55	60
C50/60	60	65
C55/67	67	71
C60/75	75	79
C70/85	85	89
C80/95	95	100
C90/105	105	111
C100/115	115	121

5. Levegőtartalom és testsűrűség

5.1. A friss beton levegőtartalma

Az építési célnak — beleértve a tartósságot is — csak a kellően bedolgozott, megkövetelt tömörségű, zárványmentes beton felel meg, ezért a bedolgozott friss beton levegőtartalmát korlátozni kell. Magyarországon a friss beton bennmaradt levegőtartalmának (a levegőzárványoknak) ajánlott tervezési értéke általában legfeljebb 2 térfogat%, a vízzáró betoné legfeljebb 1 térfogat%, a kopásálló zúzottkőbetoné legfeljebb 3 térfogat%. A légbuborékképző adalékszer nélkül készített fagyálló, függőleges felületű betoné (XF1 környezeti osztály) legfeljebb 2 térfogat%, fagyálló, vízszintes felületű betoné (XF3(BV-MI) környezeti osztály) ill. fagy- és olvasztósó-álló függőleges felületű betoné (XF2(BV-MI) környezeti osztály) legfeljebb 1,5 térfogat% legyen.

A légbuborékképző adalékszerrel készített fagyálló illetve fagy- és olvasztósó-álló beton (XF2, XF3, XF4 környezeti osztály) esetén a képzett (bevitt) levegőtartalom — a bennmaradt levegőtartalmon felül — legalább 4 térfogat% legyen.

Ha a légbuborékképző adalékszerrel készített szilárd beton olvasztósó hatásának is ki van téve (XF2 és XF4 környezeti osztály), és az érdekelt felek megegyeznek a fagy- és olvasztósó-állósági vizsgálat elhagyásában, akkor a beton megfelelőségének az igazolásához a szilárd beton légbuborék eloszlását és távolsági tényezőjét az MSZ EN 480-11:2000 szerint meg kell határozni. A légbuborékképző adalékszerrel bevitt, közel gömb alakú, mikroszkopikus légbuborékok átmérője 0,02 mm és 0,30 mm között van, távolsági tényezőjük legfeljebb 0,22 mm legyen.

5.2. A friss beton testsűrűsége

A levegőtartalom határérték figyelembevételével tervezett levegőtartalom, a beton tervezett összetétele és a beton alkotó anyagainak testsűrűsége alapján a következők szerint ki kell számítani a bedolgozott friss beton tervezett testsűrűségét:

$$\rho_{friss\ beton} = M_C + x \cdot M_C + \rho_A \cdot \left(1 - \frac{M_C}{\rho_C} - \frac{M_V}{1000} - \frac{V_L^{\%}}{100}\right) \qquad [kg/m^3]$$

ahol: M_C = a beton tervezett cementtartalma, kg/m^3

x = a beton tervezett víz-cement tényezője

$M_V = x \cdot M_C$ = a keverővíz tömege 1 m^3 bedolgozott friss betonban, kg/m^3

$V_L^{\%}$ = a friss beton tervezett levegőtartalma, térfogat%

ρ_A = az adalékanyag keverék szemeinek súlyozott testsűrűsége kiszárított állapotban, kg/m^3

ρ_C = a cement anyagsűrűsége, kg/m^3

A fenti kifejezésben az adalékanyag m^3-ben kifejezett tervezett térfogata 1 m^3 bedolgozott friss betonban:

$$V_A = 1 - \frac{M_C}{\rho_C} - \frac{x \cdot M_C}{1000} - \frac{V_L^{\%}}{100} \qquad [m^3/m^3]$$

és a beton tervezett adalékanyag tartalma:

$$M_A = \rho_A \cdot V_A \qquad [kg/m^3]$$

Az adalékanyag keverék szemeinek súlyozott testsűrűségét a következő egyenlettel lehet kiszámítani:

$$\rho_A = \frac{1}{\left(\frac{\alpha}{\rho_\alpha} + \frac{\beta}{\rho_\beta} + \frac{\gamma}{\rho_\gamma} + \ldots\right)} \qquad [kg/m^3]$$

ahol: $\alpha, \beta, \gamma \ldots$ = az adalékanyag keveréket alkotó frakciók tömegaránya, 0 és 1 közé eső nevezetlen szám

$\rho_\alpha, \rho_\beta, \rho_\gamma \ldots$ = az adalékanyag keveréket alkotó frakciók szemeinek átlagos testsűrűsége kiszárított állapotban, kg/m^3

A ρ_A súlyozott testsűrűséget kell használni az adalékanyag keverékre akkor is, ha annak természetes adalékanyag frakciói különböző kőzet-fajtájúak (például homok, kavics, mészkő, andezit vagy bazalt zúzottkő stb.).

A friss beton cementpépjének testsűrűsége a víz-cement tényező és a cement anyagsűrűségének függvénye:

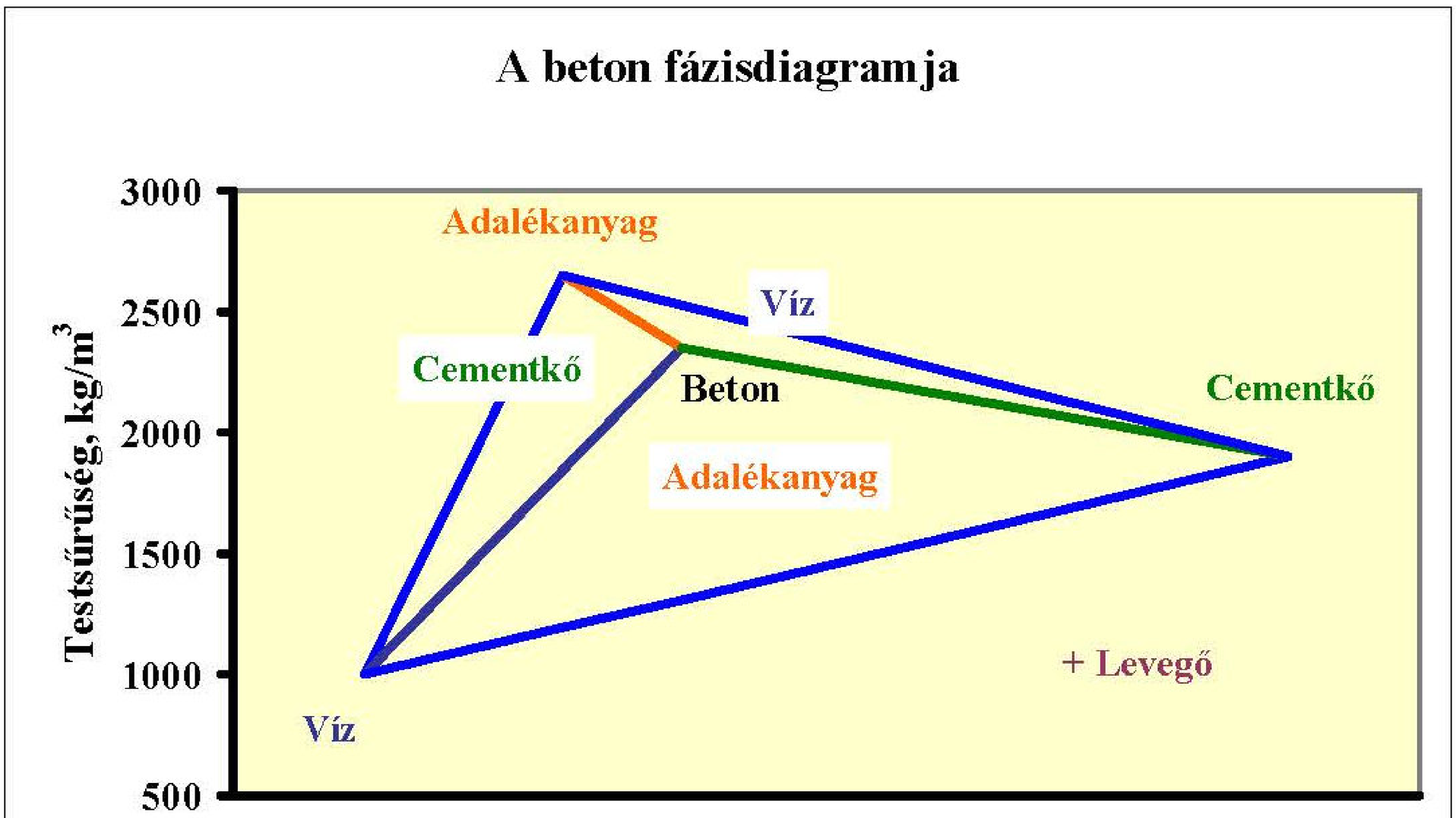
$$\rho_{cementpép} = \frac{M_C + M_V}{V_C + V_V} = \frac{1+x}{\frac{1}{\rho_C} + \frac{x}{1000}} \qquad [kg/m^3]$$

A pórusmentes beton testsűrűsége:

$$\rho_{pórusmentes\ friss\ beton} = \frac{\rho_{friss\ beton}}{1 - \frac{V_L^{\%}}{100}} = \frac{M_{cementpép} + M_A}{\frac{M_{cementpép}}{\rho_{cementpép}} + \frac{M_A}{\rho_A}} \qquad [kg/m^3]$$

4. táblázat: Példa a cementtartalom változásának a beton testsűrűségére tett hatására

x = 0,55		ρ_C = 3100		ρ_A = 2640		$\rho_{Cem.-pép}$ = 1776	
1. példa	**kg/m^3**		**m^3/m^3**	**2. példa**	**kg/m^3**		**m^3/m^3**
M_C =	280	V_C =	0,090	M_C =	310	V_C =	0,100
M_V =	154	V_V =	0,154	M_V =	171	V_V =	0,171
M_A =	1942	V_A =	0,736	M_A =	1873	V_A =	0,710
		V_L =	0,020			V_L =	0,020
Összesen:	2376		1,000	**Összesen:**	2354		1,000
Pórusmentes beton testsűrűsége, kg/m^3							
2376/0,98 =	2425			2354/0,98 =	2402		
A szilárd, kiszárított állapotú beton várható testsűrűsége, kg/m^3							
	2306	= $\rho_{friss\ beton}$ - $(x - 0{,}3) \cdot M_C$ =			2276		
feltéve, hogy a cementkőbe a cement mintegy 30 tömeg%-át kitevő víz épül be.							



1. ábra: A beton összetevőinek hatása a beton testsűrűségére

Meg kell jegyezni, hogy *Powers* szerint a cementkő porozitása a hidratáció kezdeti és végső állapotában például x = 0,35 értékű víz-cementtényező esetén 0,52 - 0,30 vagy például x = 0,60 értékű víz-cementtényező esetén 0,65 - 0,49. Ez azt jelenti, hogy — mint a *4. táblázatbeli* példából és az *1. ábrából* is látszik, — ha változatlan beton pórustartalom mellett a cementpép:adalékanyag, illetve cementkő:adalékanyag arányt növeljük, akkor a beton testsűrűsége csökkenni fog.

Ha a beton nyomószilárdságának ellenőrzésére készített friss, bedolgozott közönséges beton vagy nehézbeton próbatestek testsűrűsége a bennmaradt levegőtartalom (levegőzárványok) miatt a tervezett testsűrűségnél több mint 2 %-kal kisebb, akkor ezeket nem szabad a szilárd beton nyomószilárdsági követelményeinek az igazolásához felhasználni. A 2 % testsűrűség hiány 20 liter/m^3 többletlevegőt, azaz a tervezetthez képest +2 térfogat% levegőzárványt jelent. Minden +1 térfogat% levegőtartalom 4-5 % nyomószilárdság csökkenést okoz, ezért a megfelelő betonösszetétel, konzisztencia és tömörítési módszer a betonkészítés alapvető követelménye.

Ha például valamely friss, bedolgozott közönséges beton testsűrűségének tervezett értéke 2380 kg/m^3, akkor a tapasztalati értéknek legalább 2332 kg/m^3 kell lennie. Ha a példa szerinti friss beton testsűrűsége az alsó határértéken van, tervezett cementtartalma 280 kg/m^3 és tervezett levegőtartalma 2 térfogat%, akkor a hiányos bedolgozás folytán tényleges cementtartalma csak 274 kg/m^3, tényleges levegőtartalma pedig 4 térfogat%. Ha e beton tervezett nyomószilárdsági osztálya C30/37, akkor várható, hogy a beton szabványos próbakockákkal meghatározott jellemző értéke a tervezett 37 N/mm^2 értékkel szemben csak 34 N/mm^2 lesz.

5.3. A szilárd beton testsűrűsége

A szilárd (megszilárdult), 28 napos, kiszárított beton testsűrűségét a friss beton tervezett testsűrűségéből annak feltételezésével lehet közelítőleg előrebecsülni, hogy adott hidratációs fokon a cementkőbe a cement mintegy 30 %-át kitevő (el nem párologtatható) víz épül be, tehát az elpárolgó víz tömege, azaz a friss és a megszilárdult beton testsűrűségének különbsége: $(x - 0{,}3)\cdot M_C$, ahol x a víz-cement tényező és M_C a cementtartalom kg/m^3-ben.

A szilárd beton testsűrűségét kiszárított állapotban az MSZ EN 12390-7:2001 szerint kell megmérni. Újdonság, hogy a kiszárítást tömegállandóságig az MSZ 4798-1:2004 szerint — a korábbiakban szokásos (105 – 110) °C hőmérséklet helyett (MSZ 4715-2:1972) — (60 ± 5) °C hőmérsékleten kell végezni, feltehetőleg azért, mert a cementkőben lévő ettringit bomlása már 100 °C hőmérséklet körül megkezdődik. Tömegállandó a próbadarab vagy próbatest, ha a két legutolsó tömegmérés közötti különbség az utóbbinak legfeljebb 0,1 százaléka.

Ha a testsűrűség mérést a szabványosan (végig víz alatt) tárolt, tehát vizes nyomószilárdság vizsgálati próbatesteken végezzük (ρ_{vizes}), akkor a nyomószilárdság vizsgálat után visszamaradó — közönséges beton és nehézbeton esetén legalább 200 cm^3 térfogatú, könnyűbeton esetén legalább 300 g tömegű — betondarabon meg kell a víztartalmat állapítani (n), és ennek alapján kell a kiszárított állapotban értelmezett testsűrűségre következtetni:

$$\rho_{kiszárított} = \frac{\rho_{vizes}}{1+n}$$

ahol: $\rho_{kiszárított}$ = a beton testsűrűsége kiszárított állapotban, kg/m^3

ρ_{vizes} = a vizes próbatesten meghatározott testsűrűség, kg/m^3

n = a betondarabon meghatározott víztartalom, 1-nél kisebb nevezetlen szám

Másik lehetőség, hogy végig víz alatt tárolt próbatestek esetén a testsűrűséget külön e célra készített és (60 ± 5) °C hőmérsékleten tömegállandóságig szárított próbatesteken határozzuk meg.

A vegyesen tárolt, szilárd közönséges beton és nehézbeton próbatestek testsűrűségét szilárdságvizsgálat előtt, a légszáraz állapotú próbatesten kell megmérni. A vegyesen tárolt, szilárd könnyűbeton próbatestek testsűrűségét (60 ± 5) °C hőmérsékleten tömegállandóságig szárított, legalább 300 g tömegű próbadarabon kell meghatározni.

A szilárd beton testsűrűség mérési eredményeinek szükséges megbízhatóságát az MSZ 4798-1:2004 szabvány N4.6. szakasza tárgyalja.

6. Konzisztencia osztály

Az MSZ 4798-1:2004 szabvány négyféle konzisztencia mértéket (mérési módszert) ismer, és azokat betűvel jelöli: roskadási mérték (S), terülési mérték (F),

VEBE mérték (V), tömörítési mérték (C). A szabvány a konzisztencia osztályt e betűjel és a beton folyósságával növekvő, az adott konzisztencia mérték tartományhoz rendelt számjel társításával jelöli. Például az 10 - 40 mm roskadási mértékű beton konzisztencia osztályának jele: S1. A konzisztenciát a tervezett értékkel is megadhatjuk, ilyenkor azonban elő kell írni a tűrést is, például: S = 30 ± 10 mm. Általában célszerűbb azonban a konzisztencia mérési módszernek megfelelő konzisztencia osztály jelét (pl. S1) és a hozzá tartozó tartományt, pl. S1 (10 - 40 mm) megadni. Magyarországon a konzisztencia osztályt elő szabad írni a régi hazai, MSZ 4714-3:1986 szerinti megnevezéssel is, ha az alkalmazásra kerülő konzisztencia mérő eszköz még nem ismert. Például az S = 30 ± 10 mm roskadási mérték az MSZ 4714-3:1986 szerinti „kissé képlékeny" konzisztenciának felel meg (lásd az MSZ 4798-1:2004 szabvány NAD N1. ábráját). A betonösszetételt meghatározó betontechnológusnak azonban a konzisztencia előírásakor már nem elegendő a régi magyar megnevezést alkalmaznia.

A *roskadás*, a *terülés* és a *VEBE mérés* Magyarországon eddig is szabványos volt (MSZ 4714-3:1986), és az új európai szabványok bevezetésével csak a roskadás és a VEBE mérésben következett be jelentősebb változás, nevezetesen mindkét eljárás esetén (MSZ EN 12350-2:2000 és MSZ EN 12350-3:2000) a csonka kúpot három egyenlő rétegben (a korábbi négy réteggel szemben) kell betonnal megtölteni, és rétegenként 25, összesen 75 szúrással (a korábbi 100 szúrással szemben) kell tömöríteni. A *terülés mérésben* (MSZ EN 12350-5:2000) nincs lényegi változás.

A *tömörítési mérték* (MSZ EN 12350-4:2000) hazánkban korábban nem volt szabványos, de a német irodalomból (DIN 1048-1:1978) *Walz*-féle konzisztencia mérés néven jól ismert. A *Walz*-féle tömörítési mérték közelítőleg egyenlő a *Glanville*-féle tömörödési tényező (MSZ 4714-3:2003) reciprokával, és azt fejezi ki, hogy a betonadag laza térfogata hányszorosa a betömörítés utáni térfogatnak, illetve, hogy a laza betonadag tömege hányadrésze az ugyanolyan térfogatú betömörített beton tömegének. Például a 0,8 m^3 laza térfogatú, 1,12 tömörítési mértékű, képlékeny konzisztenciájú friss beton térfogata betömörítés után 0,8/1,12 = 0,714 m^3 lesz.

Az európai szabványok az ismétlési és összehasonlítási feltételeket a *roskadás mérés* és a *terülés mérés* esetére adják meg.

7. A beton összetevői

7.1. Cement

A környezeti osztályok követelmény értékeit CEM I fajtájú 32,5 nyomószilárdsági jelű portlandcementek alkalmazása feltételezésével határozták meg. Ennek ellenére a követelményeket bármilyen fajtájú 32,5 szilárdsági osztályú cement használata esetén figyelembe kell venni. CEM 42,5 vagy 52,5 jelű cement alkalmazásakor sem szabad a cementadagolást a környezeti osztályokban megkövetelt cementtartalom alá csökkenteni, sem pedig a víz-cement tényezőt a környezeti osztályokhoz rendelt megengedett legnagyobb víz-cement tényező fölé emelni, még akkor sem, ha ezáltal az előírt betonszilárdságnál nagyobb eredményt kapunk. Ha szükséges, akkor a megfelelő konzisztenciát képlékenyítő vagy folyósító adalékszerrel kell beállítani. A környezeti osztályok követelmény értékei a tömegbetonok kis felület/térfogat hányadosára való

tekintettel CEM 22,5 jelű nagyon kis hőfejlesztésű különleges cementek esetén is alkalmazhatók.

Betonkészítéshez elsősorban MSZ EN 197-1:2000 szerinti, általános felhasználású CEM I fajtájú portlandcementet, CEM II fajtájú összetett portlandcementet és CEM III fajtájú kohósalakcementet, valamint MSZ 4737-1:2002 szerinti szulfátálló (S) és mérsékelten szulfátálló (MS) portlandcementeket szabad használni, a következő korlátozások és ajánlások figyelembevétele mellett.

Korlátozás, hogy vasbeton és feszített vasbeton készítéséhez CEM III/B fajtájú (portlandcement-klinker tartalma legfeljebb 34 tömeg%) kohósalakcementet használni nem szabad. A CEM III/A 32,5 jelű kohósalakcement legfeljebb C40/50 beton illetve LC45/50 könnyűbeton nyomószilárdsági osztályig, a CEM III/B 32,5 jelű kohósalakcement legfeljebb C30/37 beton illetve LC35/38 könnyűbeton nyomószilárdsági osztályig alkalmazható vasbetonba.

Feszített vasbeton szerkezetek készítéséhez CEM I vagy CEM II R fajtájú cementet kell használni, utófeszített vasbeton szerkezetek készítéséhez CEM II fajtájú cement is használható.

Az alkalmazott cement szilárdsági osztálya előnyösen 32,5 vagy 42,5, de indokolt esetben 52,5, különleges esetben pedig 22,5 is lehet. A cement szilárdulási üteme a betonozás körülményeitől függően normál (N), nagy kezdőszilárdságú (R) vagy kis kezdőszilárdságú (L) legyen. Az (N) jel a „normál”, az (R) jel a „rapid”, az (L) jel a „low” (alacsony, kis, gyenge) szóból ered.

A 32,5 szilárdsági osztályú cementet legfeljebb C40/50 illetve LC45/50 nyomószilárdsági osztályú beton illetve könnyűbeton készítéséhez ajánlatos használni.

A kis kezdőszilárdságú, CEM III fajtájú, 32,5 L, 42,5 L, 52,5 L szilárdsági osztályú kohósalakcementek tulajdonságait az MSZ EN 197-4:2004 szabvány írja le.

Az általános felhasználású kis hőfejlesztésű „normálcement”-eket (LH) az MSZ EN 197-1:2000/A1:2004 szabványmódosítás tárgyalja. Kis hőfejlesztésű, lassan szilárduló cement például a CEM III/A 32,5 N jelű kohósalakcement (MSZ EN 197-1:2000) vagy a CEM III/B 32,5 N-S jelű szulfátálló kohósalakcement (MSZ 4737-1:2002) is.

Tömegbetonok, például gátak, és egyéb kis felület/térfogat hányadosú mélyépítési szerkezeti elemek készítése céljára a VLH (very low heat, azaz igen kis kötéshőjű) fajtájú, 22,5 szilárdsági osztályú, MSZ EN 14216:2004 szerinti nagyon kis hőfejlesztésű különleges cementek alkalmazhatók. A környezeti osztályokra vonatkozó, C. melléklet szerinti követelmények e cementfajta alkalmazása esetén is fennállnak. A 22,5 szilárdsági osztályú, nagyon kis hőfejlesztésű különleges cementeket kizárólag tömegbetonok készítéséhez szabad felhasználni, és a beton nyomószilárdsági osztálya legfeljebb C30/37, a könnyűbetoné legfeljebb LC35/38 lehet.

Az XA1 környezeti osztályban valamennyi MSZ EN 197-1:2000 szerinti CEM II fajtájú kohósalakportlandcement alkalmazható. Az XA2 környezeti osztályban az MSZ 4737-1:2002 szerinti MS jelű mérsékelten szulfátálló portlandcementet vagy S jelű szulfátálló portlandcementet (pl. CEM I 32,5 R-S), az XA3 környezeti osztályban

az MSZ 4737-1:2002 szerinti S jelű szulfátálló portlandcementet (pl. CEM I 32,5 R-S) vagy S jelű szulfátálló kohósalakcementet (pl. CEM III/B 32,5 N-S) kell alkalmazni.

A cementek felhasználásakor mindig követni kell az MSZ 4798-1:2004 szabvány előírásait illetve ajánlásait.

A közúti betonhidak építéséhez az ÚT 2-2.203:2003 útügyi műszaki előírás szerint jelenleg első sorban CEM I 42,5 jelű cementet kell alkalmazni, de felhasználható a CEM I 32,5; CEM II/A 32,5; CEM II/A 42,5 jelű cement is. Agresszív talajvíz hatásának kitett szerkezeti elemek esetén az alkalmazandó cement jele: CEM I 32,5 S.

7.2. Adalékanyag

A homok, homokos kavics, kavics, zúzottkő, kőpor, kőliszt tárgyú nemzeti termék szabványok helyébe lépő új európai kőanyaghalmaz termék szabványok közül az MSZ EN 12620:2003 (közönséges adalékanyag) és az MSZ EN 13055-1:2003 (könnyű adalékanyag) foglalkozik a betonadalékanyagokkal, amelyek hazai alkalmazását az MSZ 4798:1:2004 betonszabvány értelmezi. A bontási, építési és építőanyag-gyártási hulladék beton-adalékanyagkénti újrahasznosításának feltételeit a BV-MI 01:2005 (H) beton- és vasbetonépítési műszaki irányelv tárgyalja.

Természetes betonadalékanyag a homok, kavics, homokos kavics, zúzottkő, vulkáni tufa, vasérc, *mesterséges* adalékanyag a duzzasztott agyagkavics, kohóhabsalak, granulált kohósalak, duzzasztott üvegkavics, *újrahasznosított* adalékanyag a beton-, tégla-, vegyes beton/tégla hulladék stb.

A betonadalékanyag (60 ± 5) °C hőmérsékleten kiszárított állapotban meghatározott testsűrűsége illetve halmazsűrűsége alapján a *5. táblázat* szerint nehéz (sugárvédő), közönséges (normál) vagy könnyű adalékanyag.

5. táblázat: A betonadalékanyagok kiszárított állapotban meghatározott testsűrűsége illetve halmazsűrűsége

Könnyű adalékanyag	Közönséges (normál) adalékanyag	Nehéz (sugárvédő) adalékanyag
ha laza állapotban a halmazsűrűsége, kg/m^3	ha a testsűrűsége, kg/m^3	
≤ 1200	≤ 2000	2001 – 3000	> 3000

A betonadalékanyagok tulajdonságait az új európai szabványok geometriai, fizikai, kémiai, tartóssági csoportokba sorolva írják le. A *6. táblázat* azokat a legfontosabb tulajdonságokat és vizsgálati módszereket foglalja össze, amelyeknek a kőanyaghalmazok betonadalékanyagkénti alkalmazásában — nemzeti sajátságainkat is figyelembe véve — általában termékminősítő vagy betontechnológiai szerepe van.

Az adalékanyagok egyik legfontosabb tulajdonsága a szemnagyság, a frakciók osztályozásának élessége, az adalékanyag keverékek szemmegoszlása, amelyek

szitavizsgálattal határozhatók meg. Az MSZ EN 933-1:1998 szabvány érvényre lépésével a szitavizsgálat módszere a korábbi MSZ 18288-1:1991 szabvány szerinti eljáráshoz képest megváltozott. Az új szabvány szerint az adalékanyag mintát ki kell szárítani, azután a 0,063 mm nyílású szita felett meg kell mosni, majd meg kell szárítani, hagyni kell lehűlni, és ezt követően kell a szitálást elvégezni. A mosóvízzel eltávozott finomrész mennyiségét a mosás előtti és utáni tömeg-mérésből ki kell számítani, és hozzá kell adni a szitáláskor a 0,063 mm nyílású szitán áthullott anyaghoz.

Az MSZ EN 933-1:1998 szerinti *szitavizsgálathoz* az MSZ EN 933-2:1998 szerinti *szitákat* kell használni. Az MSZ EN 933-2:1998 szabvány úgy rendelkezik, hogy az egyébként szükséges szitákon kívül alkalmazni kell a nálunk megszokott és hagyományos 0,063; 0,125; 0,25; 0,5; 1; 2; 4; 8; 16; 31,5; 63; 125 mm lyukbőségű szitákat, valamint szükség esetén az ISO 565:1990 szerinti R20-as sorozat tagjait is. Ez utóbbiba tartozó sziták használatával számos európai vizsgálati szabványban találkozni lehet. Az ISO 565:1990 szabvány R20 jelű szitasorozatának szitanyílásai 0,063 mm és 125 mm között $1{,}122 = 10^{0{,}05} = \underline{10^{1/20}}$ arányban emelkednek. Az MSZ 18288-1:1991 nemzeti, és az MSZ EN 933-2:1998 európai szabványok szitanyílásai duplázódnak, azaz $2 = 10^{\lg 2} = 10^{0{,}30103} = 10^{6{,}0206/20} \sim 10^{6/20} = 10^{6*(1/20)} = \underline{(10^{1/20})^6}$ arányban emelkednek. Ezért az MSZ 18288-1:1991 nemzeti, és az MSZ EN 933-2:1998 európai szabványok szitái az ISO 565:1990 nemzetközi szabvány R20 jelű szitasorozatának <u>minden hatodik tagjával illeszkednek</u>, mint ahogy az a *7. táblázatban* látható.

6. táblázat: A betonadalékanyagok tulajdonságai és vizsgálata

Tulajdonság	Vizsgálati szabvány	Homok	Kavics	Zúzottkő	Könnyű kőanyag-halmaz
		Homokos kavics			
Testsűrűség	MSZ EN 1097-6			XX	XX
Halmazsűrűség	MSZ EN 1097-3				XX
Vízfelvétel	MSZ EN 1097-6	X		X	X
Szemmegoszlás	MSZ EN 933-1 MSZ 4798-1 MSZ 18288-5	XX	XX	XX	X
Szemalak, ha $d > 4$ mm	MSZ EN 933-3 MSZ EN 933-4			XX	XX
Szemalak, ha $D \leq 4$ mm	MSZ EN 933-6 MSZ 18288-3 3. fejezet	X		X	X
Los Angeles aprózódás	MSZ EN 1097-2 MSZ 18287-1			XX	
Mikro-Deval aprózódás	MSZ EN 1097-1 MSZ 18287-6			XX	
Magnézium-szulfátos aprózódás	MSZ EN 1367-2 MSZ 18289-3			XX	
Halmaz-szilárdság	MSZ EN 13055-1 A melléklet				X
Fagyállóság	MSZ EN 13055-1 C melléklet				X
Agyag-iszap tartalom	MSZ 18288-2	XX			
Vízoldható kloridion tartalom	MSZ EN 1744-1 7. fejezet	XX	XX		
Vízoldható szulfátion tartalom	MSZ EN 1744-1 10. fejezet	XX	XX		
Szerves (humusz) szennyeződés	MSZ EN 1744-1 15.1. szakasz	X	X	X	X
Pirit szennyeződés	MSZ EN 1744-1 14.1. szakasz	Y	Y	Y	
Alkáli szilikát reakció hajlam	MSZ 4798-1 MSZ EN 12620 MSZ EN 13055-1 MSZ CR 1901	Y	Y		
Alkáli dolomit reakció hajlam	MSZ 4798-1 MSZ EN 13055-1			Y	

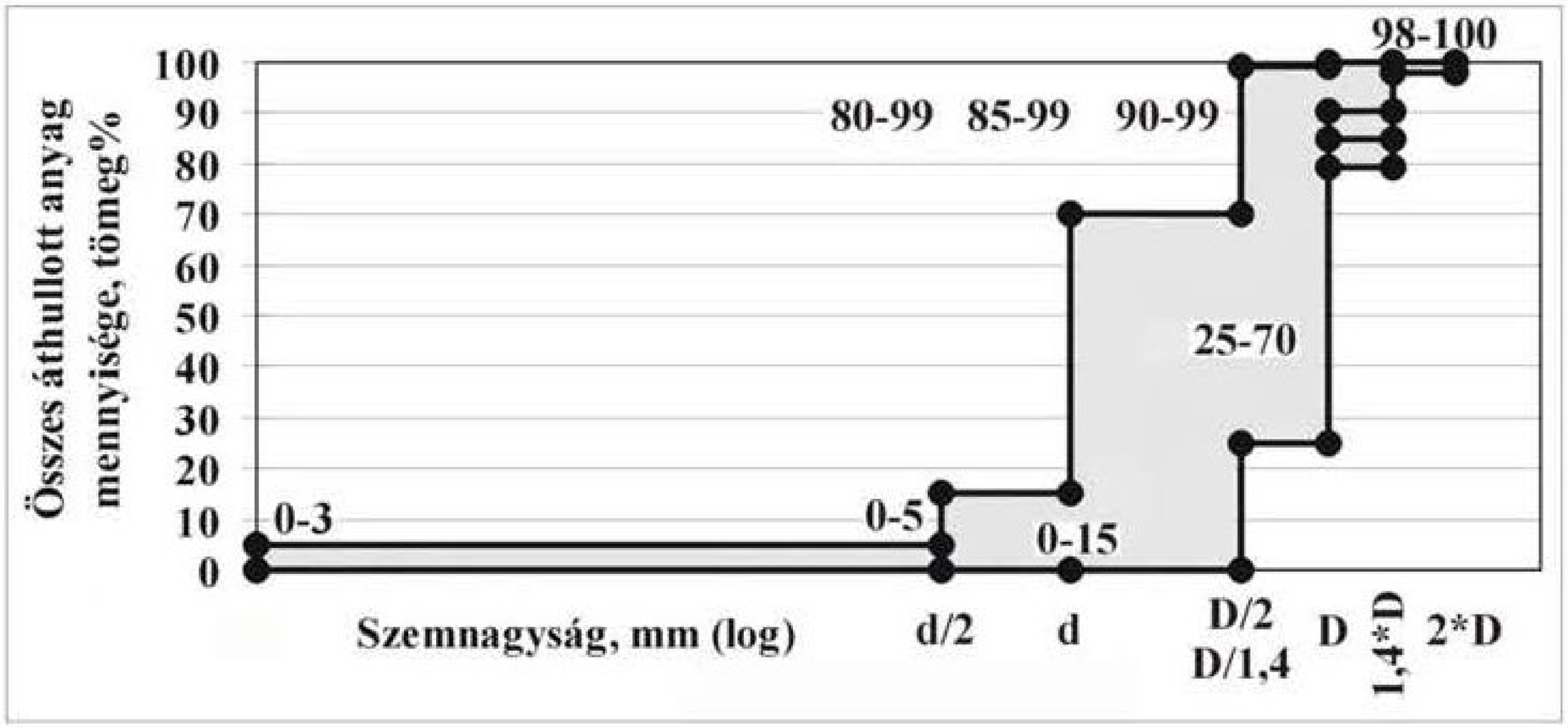
Jelmagyarázat:
d = névleges legkisebb szemnagyság
D = névleges legnagyobb szemnagyság
XX = termékminősítő vizsgálat, amelyre van követelmény
X = általában elvégzendő vizsgálat, amelyre nincs követelmény érték
Y = gyanú esetén elvégzendő vizsgálat

A betonadalékanyag *frakciók* osztályozott, a homok, kavics, homokos kavics esetén rendszerint mosott és osztályozott, zúzottkő esetén általában tört és osztályozott termékek, amelyek *szemnagyságát* az MSZ EN 12620:2003 szabvány szerint a névleges legkisebb (*d*) és a névleges legnagyobb (*D*) szemnagysággal, valamint a *D* ellenőrző szitákon áthullott megkövetelt legkisebb, és a *d* ellenőrző szitán áthullott megengedett legnagyobb tömeg%-kal jelölik. Például a „4/8 kavics GC80/15" jel olyan 4-8 mm névleges szemnagyságú osztályozott kavics frakciót jelent, amelynek a *D* ellenőrző szitán áthullott megkövetelt legkisebb mennyisége 80 tömeg%, és a *d* ellenőrző szitán áthullott megengedett legnagyobb mennyisége 15 tömeg%. Az MSZ 4798-1:2004 szabvány átveszi e követelményeket és jelöléseket, és magyar megnevezésekkel ellátva rendszerbe foglalja (MSZ 4798-1:2004 NAD 5.1. táblázat).

7. táblázat: Az MSZ 18288-1:1991 szabvány és az ISO 565:1990 szabvány R20 jelű szitasorozatának illeszkedése

ISO	***MSZ***	ISO	***MSZ***	ISO	***MSZ***
szabványok szerinti szitanyílások, mm					
0,063	***0,063***	1,00	***1,00***	15,8	***16,0***
0,071		1,12		17,7	
0,079		1,26		19,9	
0,089		1,41		22,3*	
0,100		1,58		25,1	
0,112		1,77		28,1	
0,126	***0,125***	1,99	**2,00**	31,5	***31,5***
0,141		2,23		35,4	
0,158		2,51		39,7*	
0,178		2,81		44,6*	
0,199		3,16		50,0*	
0,223		3,54		56,1	
0,251	***0,250***	3,97	***4,00***	62,9	***63,0***
0,281		4,46		70,6	
0,316		5,00 *		79,2*	
0,354		5,61*		88,9	
0,397		6,30*		99,7	
0,446		7,06		111,9	
0,500	***0,500***	7,93	***8,00***	125,6	***125,0***
0,561		8,89		140,9	
0,630		9,98*		158,1	
0,707		11,19*		177,4	
0,793		12,56*		199,0	
0,890		14,09*		223,3	
Megjegyzés: A *-gal megjelölt szitákat az MSZ EN szabványok némelyike használja.					

Az MSZ EN 12620:2003 és MSZ 4798-1:2004 szerinti osztályozott adalékanyag frakciók *szemmegoszlási követelményének* a vázlata a *2. ábrán* látható.



2. ábra: Az MSZ EN 12620:2003 szerinti osztályozott adalékanyag frakciók szemmegoszlási követelményének vázlata

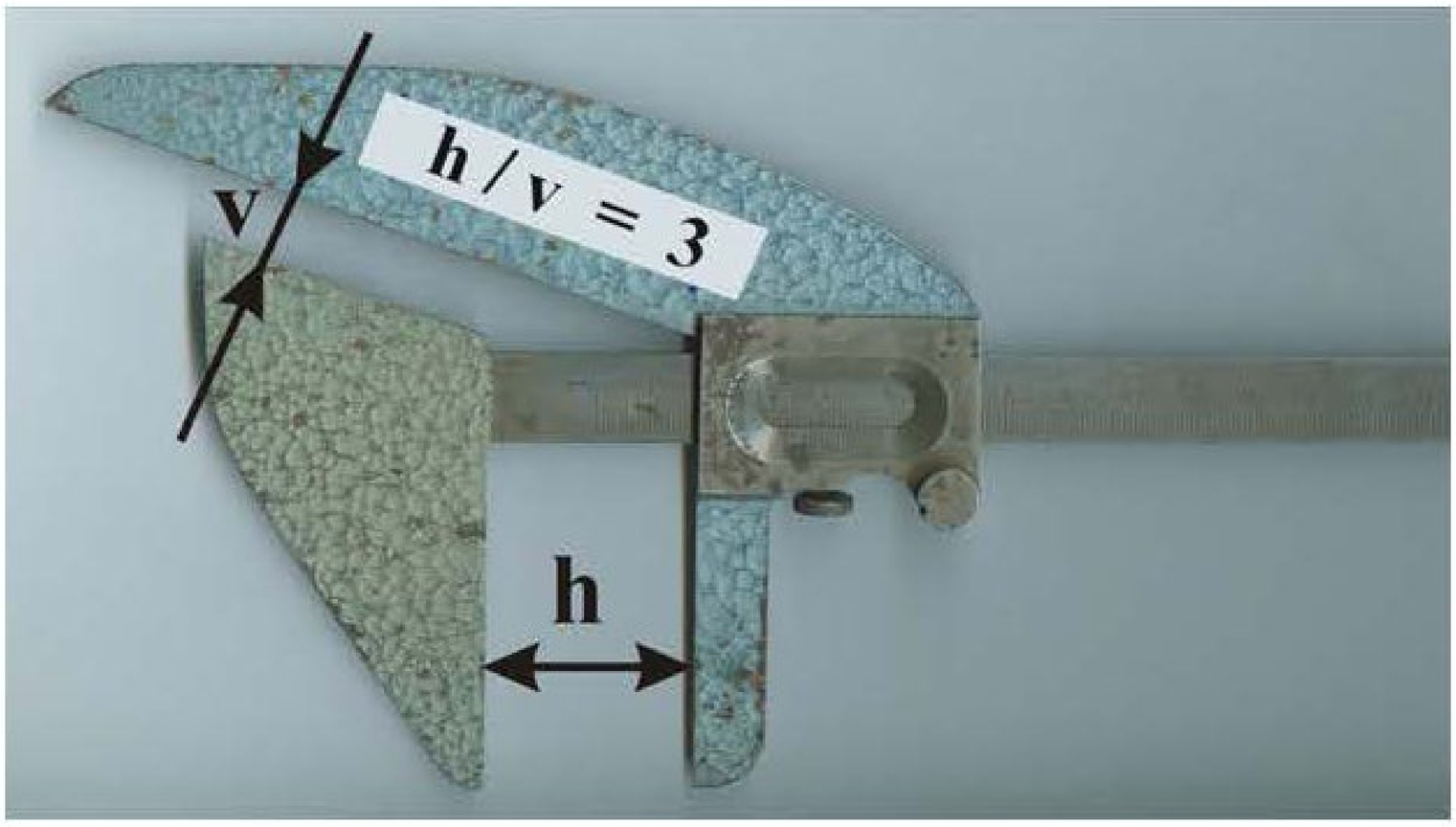
A betonadalékanyag *keveréket* általában osztályozott frakciók megfelelő arányú összekeverésével kell előállítani. Az MSZ 4798-1:2004 szabvány szerint osztályozatlan adalékanyagot csak ≤ C12/15 illetve ≤ LC12/13 nyomószilárdsági osztályú beton készítéséhez felhasználni.

A betonadalékanyag keverék *szemmegoszlását* a szemmegoszlási görbével, a legnagyobb szemnagysággal, a finomsági modulussal, és ha szükséges, akkor az $U_{70/10} = d_{70}/d_{10}$ egyenlőtlenségi együtthatóval kell jellemezni és osztályozni (MSZ 4798-1:2004).

A szemmegoszlási görbét a határgörbékkel kell összevetni. A *szemmegoszlási határgörbék* és az MSZ EN 12620:2003 szerinti határpontok egybeszerkesztve az MSZ 4798-1:2004 szabvány NAD M1. - NAD M8. ábráin találhatók. Ezeken az ábrákon szereplő f_{11} és $_{GA85}$ jelű határpontokat csak indokolt esetben alkalmazzuk.

A 4 mm feletti szemnagyságú zúzottkő és könnyű adalékanyag szemek *szemalakját* a jövőben nem az eddigi vastagság/szélesség, hanem a hosszúság/vastagság tengelyaránnyal kell jellemezni. Az MSZ EN 933-4:2000 szerint végzendő szemalak vizsgálat eszköze a szemalak tolómérő (*3. ábra*), és az így meghatározott ún. szemalaktényező a következő legyen:

- C8/10 – C12/16 beton nyomószilárdsági osztályokban legfeljebb SI_{55} (a lemezes szemek mennyisége legfeljebb 55 tömegszázalék);
- C16/20 – C20/25 beton nyomószilárdsági osztályokban legfeljebb SI_{40} (a lemezes szemek mennyisége legfeljebb 40 tömegszázalék);
- C25/30 – C50/60 beton nyomószilárdsági osztályokban legfeljebb SI_{20} (a lemezes szemek mennyisége legfeljebb 20 tömegszázalék);
- ≥ C55/67 nyomószilárdsági osztályú nagyszilárdságú betonok esetén legfeljebb SI_{15} (a lemezes szemek mennyisége legfeljebb 15 tömegszázalék).



3. ábra: Szemalak tolómérő

A betonadalékanyagként alkalmazott zúzottkő nyersanyagot és terméket az „önszilárdság” és az időállóság jellemzésére a Los Angeles aprózódás, a mikro-Deval aprózódás és a magnézium-szulfátos kristályosítási aprózódás vizsgálat eredménye alapján az MSZ 4798-1:2004 szabvány NAD 5.2. táblázata szerint *kőzetfizikai csoportba* kell sorolni. A zúzottkő vagy zúzottkő termék akkor sorolható be valamely kőzetfizikai csoportba, ha az ugyanazon szemnagyságú laboratóriumi mintából (frakcióból) előállított vizsgálati anyag a kőzetfizikai csoport minden követelményét egyidejűleg kielégítette.

A *6. táblázat* szerinti európai vizsgálati szabványok a 10-14 mm szemnagysághatárú Los Angeles, mikro-Deval, szulfátos kristályosítási vizsgálati minták *referencia-vizsgálatát* írják elő, de megengedik a nemzeti előírás szerinti *alternatív-vizsgálati* szemnagysághatárok alkalmazását is. Ha a referencia-vizsgálati minták nem állnak rendelkezésre, vagy nem a 10-14 mm szemnagyságú referencia mintát, hanem célszerűen magát a tényleges szemnagyságú terméket kívánjuk vizsgálni, akkor Magyarországon megegyezés alapján szabad a Los Angeles, a mikro-Deval, a szulfátos kristályosítási vizsgálatot alternatív-vizsgálatként, a vonatkozó nemzeti szabvány (MSZ 18287-1:1990, MSZ 18287-6:1984, MSZ 18289-3:1985) szerint, az abban szabályozott vizsgálati anyagon elvégezni (MSZ 4798-1:2004).

A referencia-vizsgálati eredményekből és az alternatív-vizsgálati eredményekből képezett kőzetfizikai csoportok nem feltétlenül esnek egybe, és a vizsgálat eredményét illetve a kőzetfizikai csoportba sorolást a vizsgálati minta szemnagysága is befolyásolhatja. Ezért a kőzetfizikai csoport jelében minden esetben fel kell tüntetni a laboratóriumi minta (frakció) szemnagysághatárait (d/D) és a referencia-vizsgálat (r), vagy az alternatív-vizsgálat (a) betűjelét. (pl. 12/20 mm névleges szemnagysághatárú termék alternatív-vizsgálata esetén, pl. Kf-$A^{12/20\text{-a}}$). Ha valamely termék megnevezésében a kőzetfizikai csoport és a termékosztály jele együtt szerepel, akkor a kőzetfizikai csoport jeléből a laboratóriumi minta (frakció) szemnagysághatárainak jele elhagyható. Ha alternatív-vizsgálatot végeztek, akkor az alternatív-vizsgálat jelében meg kell adni a vizsgálati minta szemnagysághatárait (d_1-d_2) (pl. 12-20 mm szemnagyságú vizsgálati minta Los Angeles aprózódása esetén $a_{LA}{}^{12\text{-}20}$).

A zúzottkő készítésre vélhetően alkalmas kőzetelőfordulásból (mélységi, kiömlési, vulkáni tufa, vegyi üledékes kőzetek) vett fúrási mag, illetve a darabos (tömbös, nyers-) kőminta kőanyagának kőzetfizikai csoportját 10-14 mm szemnagyságú minta referencia-vizsgálatával kell meghatározni, és ebben az esetben a kőzetfizikai csoport jelében a laboratóriumi minta szemnagysághatárai helyett a fúrási magra utaló „fm", illetve a darabos kőmintára utaló „dk" betűjel áll (pl. Kf-A^{fm-r}, illetve Kf-A^{dk-r}).

Magyarországon a homok, kavics, homokos kavics általában fagyálló kőanyaghalmaz, ezért a fagy- és olvasztó-állóságát nem szokás megvizsgálni. A zúzottkövek *fagy- és olvasztó-állóságát* a magnézium-szulfátos kristályosítással kapott aprózódás, illetve az annak figyelembevételével meghatározott kőzetfizikai csoport fejezi ki. Meg kell jegyezni, hogy az MSZ EN 1367-2:1999 és az MSZ 18289-3:1985 szerinti szulfátos kristályosítási eljárás között módszerbeli különbség van, amely a kétféle módon kapott eredménynek a mérési hibahatárt meghaladó eltérését (az MSZ EN 1367-2:1999 szerint vizsgált minta nagyobb aprózódását) is okozhatja.

Magyarországon a homokos kavics 4 mm alatti szemeinek *agyag-iszap tartalmát*, úgy mint eddig, az MSZ 18288-2:1984 szabvány 9. fejezete szerint, mérőhengerben történő ülepítéssel kell meghatározni.

A betonadalékanyag felületéről vízzel leoldható *kloridion-tartalmat*, illetve vízzel leoldható *szulfátion-tartalmat* 16 mm alatti, vagy 16 mm alá tört szemeken kell az MSZ EN 1744-1:2001 szabvány 7. fejezete illetve 10. fejezete szerint meghatározni. A *durva szennyeződéseket* szemrevételezéssel, a *humusztartalmat* az MSZ EN 1744-1:2001 szabvány 15.1. szakasza szerinti nátronlúgos (NaOH) módszerrel, a *pirit szennyeződést* az MSZ EN 1744-1:2001 szabvány 14.1. szakasz kell vizsgálni.

Az adalékanyag *alkáli reakciónak* (alkálifém-oxid reakciónak) két alapvetően különböző változata van: az *alkáli - szilikát reakció* kovasav kőzetek (magmás, laza és összeálló törmelékes, átalakult kőzetek) esetén léphet fel, az *alkáli - karbonát* (*alkáli - dolomit*) reakció egyes meszes vagy agyagos-kovás-meszes dolomitok esetén fordulhat elő. Az alkáli reakció nagy valószínűséggel elkerülhető, ha az alkalmazott portlandcement nátrium-oxid egyenértéke[7] a 0,6 tömeg%-ot nem haladja meg, a cement mennyisége a betonban kevesebb, mint 400 kg/m^3, ha a kovasavtartalmú adalékanyag nem tartalmaz alkáli reakcióra érzékeny részecskéket, ha a dolomit adalékanyag dolomit-ásvány tartalma több, mint 90 tömeg%, ha a beton környezete száraz és hőmérséklete nem magas.

7.3. Keverővíz

A keverővíz minőségére vonatkozó követelményeket a MSZ EN 1008:2003 szabvány tárgyalja. A keverővíz nem lehet gyógyvíz, ásványvíz, talajvíz, kellemetlen szagú, színezett, zavaros, habzó, pezsgő víz. Ha a keverővíz ivóvíz, akkor vizsgálata szükségtelen.

Betongyárban a keverővízbe szabad betongyártási visszanyert vizet keverni. A betongyártási visszanyert (újrahasznosított) víz, más néven maradékvíz, zagyvíz

---

[7] Nátrium-oxid egyenérték = Na_2O tartalom + 0,658·K_2O tartalom tömegszázalékban.

(maradékbetonból származó víz, betonkeverődobok és szivattyúk mosóvize, betonvágáshoz és kimosáshoz használt víz, a friss beton készítésénél visszamaradó víz) keverővízként való alkalmazásának feltételeivel az MSZ EN 1008:2003 szabvány A melléklete, valamint a BV-MI 01:2005 (H) Beton- és Vasbetonépítési Műszaki Iirányelv (*fib* MT) foglalkozik. Ha a visszanyert vizet tiszta ivóvízzel vagy más vízzel keverik, a követelmények a vízkeverékre értendők. Ha a betonkeveréshez visszanyert vizet használnak, akkor a beton megfelelőségét is ilyen betonból vett mintákon kell vizsgálni.

A betongyártási visszanyert vizet a lehető legegyenletesebben szét kell osztani a napi betonkeverések között. Látszóbeton, feszített vasbeton, légbuborékos beton, agresszív körülmények közé kerülő beton gyártása esetén a visszanyert víz alkalmazásának hatását különös gondossággal kell vizsgálni.

7.4. Adalékszer

A beton adalékszerekre vonatkozó minőségi követelmények a MSZ EN 934-2:2002 szabványban, a mintavételre és megfelelőség-ellenőrzésre vonatkozó előírások az MSZ EN 934-6:2002 szabványban találhatók. Az alkalmazás során az MSZ 4798-1:2004 szabvány adalékszerekre vonatkozó fejezete szerint kell eljárni.

Az adalékszer (például folyósítószer, légbuborékképzőszer, stb.) akkor használható, ha annak megfelelőségét az adalékszer forgalmazója tanúsítja, és a termékhez használati utasítást mellékel.

Vasbeton vagy feszített vasbeton, acélszál-erősítésű beton készítése esetén csak kloridmentes adalékszert szabad alkalmazni.

Az adalékszert erős felmelegedéstől és fagytól óvva, az egészségügyi előírásokat betartva kell tárolni illetve kezelni.

8. A beton gyártójának felelőssége

Az MSZ 4798-1:2004 szabvány szerint a gyártó felelőssége attól függ, hogy a felhasználó által adott megrendelés szerint „tervezett betont", „előírt összetételű betont" vagy „előírt iparági betont" kell-e készítenie:

- A „*tervezett beton*" olyan beton, amelyet a környezeti osztály vagy osztályok, a használati élettartam és a beton tulajdonságai (például szilárdsági jel, konzisztencia, legnagyobb szemnagyság stb.) előírásával rendelnek meg a gyártótól. A gyártó a „tervezett beton" megrendelés szerinti tulajdonságait kielégítő betonösszetétel megtervezéséért és ennek az összetételnek megfelelő betonkeverék elkészítéséért felelős.
- Az „*előírt összetételű beton*" olyan beton, amelyet a beton alapanyagainak és a beton összetételének előírásával rendelnek meg a gyártótól. A gyártó az „előírt összetételű beton" megrendelés szerinti alapanyagainak alkalmazásáért és az előírt keverési arány betartásáért felelős, de nem felelős a beton tulajdonságaiért.
- Az „*előírt iparági beton*" olyan beton, amelynek szilárdsági jele legfeljebb C16/20, környezeti osztálya XN(H), X0b(H) és X0v(H), és amelyet az arra

hivatott és felkészült szakmai szervezet (például szövetség, társaság) betonreceptje alapján rendelnek meg a gyártótól. A gyártó az „előírt iparági beton” megrendelés szerinti alapanyagainak alkalmazásáért és az előírt keverési arány betartásáért felelős, de nem felelős a beton tulajdonságaiért.

9. A szilárd beton megfelelőségének feltételei a nyomószilárdság alapján

Az ide illő fejezet külön „noteszlap”-on („Betonok megfelelőségének feltételei”) olvasható.

10. Megfelelőség igazolás

Az épített környezet alakításáról és védelméről szóló 1997. évi LXXVIII. törvény („Építési törvény”) kimondja, hogy építési célra anyagot, készterméket és berendezést csak a külön jogszabályban meghatározott megfelelőség igazolással lehet forgalomba hozni vagy beépíteni. A megfelelőség igazolás annak — vizsgálatokon alapuló — írásos megerősítése, hogy az építési célú termék a tervezett felhasználásra alkalmas, vagyis kielégíti a rá vonatkozó, például nemzeti szabványban előírt követelményeket. A megfelelőség igazolás lehet szállítói (forgalmazói, gyártói) megfelelőségi nyilatkozat vagy független tanúsító szerv által kiadott irat.

Az építési termékek műszaki követelményeinek, megfelelőség igazolásának, valamint forgalomba hozatalának és felhasználásának részletes szabályairól a 3/2003. (I. 25.) BM-GKM-KvVM együttes rendelet intézkedik. E szerint a szállító feladata a termékre előírt megfelelőség igazolási eljárás lefolytatása, valamint az eljárás eredményeként kiállított megfelelőség igazolásnak (megfelelőségi tanúsítvány vagy szállítói megfelelőségi nyilatkozat) a termékhez való csatolása. A megfelelőség igazolás módozata lehet:

- Megfelelőségi tanúsítvány. A termék megfelelőségének igazolása egy kijelölt tanúsító szervezet által. A módozat jele: (1); Ha a kijelölt tanúsító szervezet szúrópróbaszerű vizsgálatot is kell végezzen, akkor a módozat jele: (1+).
- Szállítói (gyártói) megfelelőségi nyilatkozat *első lehetősége.* A módozat jele: (2+). Ennek alkalmazása során a gyártó feladata a termék első típusvizsgálata (kezdeti vizsgálata), a gyártásellenőrzés, a műszaki specifikációban meghatározott esetekben az üzemben vett minták vizsgálata az előírt vizsgálati terv szerint, és a kijelölt tanúsító szervezet feladata az üzem és a gyártásellenőrzés alapvizsgálata, a műszaki specifikációban meghatározott esetekben a gyártásellenőrzés folyamatos felügyelete, értékelése és jóváhagyása;
- Szállítói (gyártói) megfelelőségi nyilatkozat *második lehetősége.* A módozat jele: (3). Ennek alkalmazása során a feladat a termék első típusvizsgálata (kezdeti vizsgálata) egy kijelölt vizsgáló laboratórium által, gyártásellenőrzés a gyártó által;

- Szállítói megfelelőségi nyilatkozat *harmadik lehetősége*. A módozat jele: (4). Ennek alkalmazása során a gyártó feladata a termék első típusvizsgálata (kezdeti vizsgálata), gyártásellenőrzés.

Az MSZ 4798-1:2004 szabvány szerinti *beton* (keverék) megfelelőség igazolási eljárást értelmezve, a *8. táblázatnak* megfelelően:

- olyan C8/10 – C16/20 illetve LC8/9 – LC16/18 nyomószilárdsági osztályú beton esetén, amelynek környezeti osztálya XN(H), X0b(H), X0v(H), kijelölt tanúsító szervezet közreműködése nélkül, a *(4) jelű megfelelőség igazolási módozatot* szabad alkalmazni;
- az olyan C8/10 – C16/20 illetve LC8/9 – LC16/18 nyomószilárdsági osztályú beton esetén, amelynek környezeti osztálya *nem* XN(H), X0b(H), X0v(H), kijelölt tanúsító szervezet közreműködésével, a *(2+) jelű megfelelőség igazolási módozatot* kell alkalmazni;
- a C20/25 illetve LC20/22 és ezeknél nagyobb nyomószilárdsági osztályú, valamennyi környezeti osztályú beton esetén kijelölt tanúsító szervezet közreműködésével, a *(2+) jelű megfelelőség igazolási módozatot* kell alkalmazni;
- egyedi (nem sorozat) gyártás esetén a beton nyomószilárdsági osztályától függetlenül szabad kijelölt tanúsító szervezet közreműködése nélkül, a *(4) jelű megfelelőség igazolási módozatot* alkalmazni.

8. táblázat: Megfelelőség igazolási módozatok a betonjellemzők függvényében az MSZ 4798-1:2004 szabvány NAD. 10.1. táblázata módosításával

<table>
<tr><td rowspan="2">Betonjellemzők</td><td colspan="2">Tanúsítás nélkül</td><td colspan="2">Tanúsítással</td></tr>
<tr><td>Kezdeti vizsgálat nélkül</td><td colspan="3">Sorozat gyártás esetén, kezdeti vizsgálattal</td></tr>
<tr><td>Nyomószilárdsági osztály</td><td rowspan="4">Egyedi (nem sorozat) gyártás esetén</td><td colspan="2">C8/10 – C16/20, LC8/9 – LC16/18</td><td>C20/25 – C100/115, LC20/22 – LC80/88</td></tr>
<tr><td>Beton összetételének tervezése szerint</td><td colspan="2">Tervezett beton, előírt összetételű beton és előírt iparági beton</td><td>Tervezett beton és előírt összetételű beton</td></tr>
<tr><td>Környezeti osztály</td><td>XN(H), X0b(H), X0v(H) környezeti osztály</td><td>Többi környezeti osztály</td><td>Valamennyi környezeti osztály</td></tr>
<tr><td>Megfelelőség igazolási módozat a 3/2003. (I. 25.) BM-GKM-KvVM együttes rendelete szerint</td><td>(4)</td><td>(4)</td><td>(2+)</td><td>(2+)</td></tr>
</table>

Ezzel összefüggésben megjegyzendő, hogy az *adalékanyag* megfelelőség igazolási eljárásában kijelölt tanúsító szervezet bevonása nélkül, a (4) jelű megfelelőség igazolási módozatot szabad alkalmazni, ha az adalékanyagot olyan a C8/10 – C16/20 nyomószilárdsági osztályú beton illetve LC8/9 – LC16/18 nyomószilárdsági osztályú könnyűbeton készítéséhez használják, amelynek környezeti osztálya XN(H), X0b(H) vagy X0v(H), és ha az adalékanyag gyártás egyedi (nem sorozat) gyártás. Minden egyéb esetben az adalékanyag megfelelőség igazolási eljárását kijelölt tanúsító szervezet bevonásával, a (2+) jelű megfelelőség igazolási módozat alkalmazásával kell lefolytatni.

11. A beton jele

Magyarországon a beton jele tartalmazza

- a beton nyomószilárdsági osztályának jelét;
- könnyűbeton esetén a szilárd könnyűbeton testsűrűségi osztályának jelét;
- azon betonok esetén, amelyek adalékanyaga nem homokos kavics, az adalékanyag megnevezését;
- a betonszerkezethez tartozó környezeti osztály jelét, amelynek építésére a betont felhasználják;
- a beton adalékanyag névleges legnagyobb szemnagyságának a jelét;
- a friss beton konzisztencia osztályának a jelét;
- a kloridion-tartalom jelét, ha a betonnak a cement tömegére vonatkoztatott megengedett kloridtartalma 0,20 tömegszázaléktól eltér;
- a cement jelét, ha az követelmény;
- a beton használati élettartamát, ha az 50 évtől eltér;
- az MSZ 4798-1:2004 szabvány számát.

Például valamely esőnek és fagynak kitett, olvasztó sózás nélküli, agresszív talajvízzel érintkező vasbeton támfal C30/37 nyomószilárdsági osztályú, légbuborékképző adalékékszer nélkül, D_{max} = 32 mm legnagyobb szemnagyságú adalékanyaggal, szulfátálló portlandcementtel készülő, képlékeny konzisztenciájú és 420 - 480 mm közötti terülési mértékű betonjának a jele:

C30/37 – XC4, XF1, XA2, XV1(H) – 32 – F3 – CEM I 32,5 RS – MSZ 4798-1:2004

A beton jelére további példákat az MSZ 4798-1:2004 szabvány 11. fejezete tartalmaz.

12. Összefoglalás

Az MSZ EN 206-1:2002 új európai betonszabvány és nemzeti alkalmazási dokumentuma (MSZ 4798-1:2004) a környezeti, konzisztencia és nyomószilárdsági osztályok, az előíró, gyártó, felhasználó közötti felelősség megosztása, a megfelelőségi feltételek, a beton teljesítőképességének összetett szemlélet módja tekintetében a

korábbi hazai szabványhoz (MSZ 4719:1982) képest számos felfogásbeli és gyakorlati újdonságot tartalmaz. Az új betonszabvány célja, hogy a tartós, és az Eurocode 2 illetve Eurocode 4 európai szabványsorozat szerint tervezett beton, vasbeton, feszített vasbeton szerkezetek megvalósításához szükséges betonok követelményrendszerét és műszaki feltételeit meghatározza.

Hivatkozott magyar nemzeti szabványok

MSZ 4719:1982	Betonok
MSZ 4720-1:1979	A beton minőségének ellenőrzése. Általános előírások
MSZ 4720-2:1980	A beton minőségének ellenőrzése. Általános tulajdonságok ellenőrzése
MSZ 4720-3:1980	A beton minőségének ellenőrzése. Különleges tulajdonságok ellenőrzése
MSZ 4798-1:2004	Beton. 1. rész: Műszaki feltételek, teljesítőképesség, készítés és megfelelőség, valamint az MSZ EN 206-1 alkalmazási feltételei Magyarországon
MSZ 15022-1:1986 (módosítva:1992, 2001)	Építmények teherhordó szerkezeteinek erőtani tervezése. Vasbeton szerkezetek
MSZ 15022-2:1986 (módosítva:1990)	Építmények teherhordó szerkezeteinek erőtani tervezése. Feszített vasbeton szerkezetek
MSZ 15022-3:1986	Építmények teherhordó szerkezeteinek erőtani tervezése. Betonszerkezetek
MSZ 15022-4:1986	Építmények teherhordó szerkezeteinek erőtani tervezése. Előregyártott beton, vasbeton és feszített vasbeton szerkezetek

Hivatkozott magyar műszaki irányelv

BV-MI 01:2005 (H) Betonkészítés bontási, építési és építőanyag-gyártási hulladék újrahasznosításával. Beton- és Vasbetonépítési Műszaki Irányelv

Hivatkozott európai szabványok és szabványtervezetek

MSZ EN 206-1:2002	Beton. 1. rész: Műszaki feltételek, teljesítőképesség, készítés és megfelelőség
MSZ EN 1992-1-1:2005	Eurocode 2: Betonszerkezetek tervezése. 1-1. rész: Általános és az épületekre vonatkozó szabályok
MSZ EN 1992-1-2:2005	Eurocode 2: Betonszerkezetek tervezése. 1-2. rész: Általános szabályok. Tervezés tűzterhelésre
MSZ ENV 1992-2:2000	Eurocode 2: Betonszerkezetek tervezése. 2. rész: Hidak

MSZ ENV 1992-4:1999	Eurocode 2: Betonszerkezetek tervezése. 4. rész: Gátak és folyadéktároló szerkezetek
MSZ EN 1994-1-1:2005	Eurocode 4: Acél és beton kompozit szerkezetek tervezése. 1-1. rész: Általános és az épületekre vonatkozó szabályok
MSZ ENV 1994-1-2:2000	Eurocode 4: Betonnal együtt dolgozó acélszerkezetek tervezése. 1-2. rész: Tervezés tűzterhelésre
MSZ ENV 1994-2:1999	Eurocode 4: Betonnal együtt dolgozó acélszerkezetek tervezése. 2. rész: Hidak

Hivatkozott jogszabályok

1995. évi XXVIII. törvény a nemzeti szabványosításról

89/106/EGK és 93/68/EGK Az Építési célú Termékek Irányelve (CPD, azaz 89/106/EGK sz. európai Építési Termékdirektíva), és annak 93/68/EGK sz. módosítása

1997. évi LXXVIII. törvény az épített környezet alakításáról és védelméről

3/2003. (I. 25.) BM-GKM-KvVM együttes rendelet az építési termékek műszaki követelményeinek, megfelelőség igazolásának, valamint forgalomba hozatalának és felhasználásának részletes szabályairól

Hivatkozott irodalom

Beton-Kalender 1992. Jahrgang 81. Teil II. Verlag Ernst & Sohn. Berlin. pp. 202-203.